

PCT/CZ00/00042
12.06.00

ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLUVÉHO VLASTNICTVÍ

potvrzuje, že
ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY, Praha, CZ

podal(i) dne 17.03.2000

příhlášku vynálezu značky spisu PV 2000 - 968

a že připojený popis a 1 výkres(y) se shodují úplně
s původně podanými přílohami této přihlášky.

Schneider

Za předsedu: Ing. Schneiderová Eva



V Praze dne 5.9.2002



Způsob a zařízení k tepelnému zpracování sklářských materiálů

Oblast vynálezu

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování sklářských materiálů a zařízení k provádění tohoto způsobu. Pod zpracováním sklářských materiálů se přitom rozumí tavení či čerění sklářské drti (střepů), sklářských surovin (kmene) nebo jejich směsi nebo vytvrzování, lisování či formování skla.

Dosavadní stav techniky

V současné době se k tavení skla či k výrobě skloviny používají téměř výhradně sklářské, respektive tavící pece vyhřívané plynovými hořáky. Jejich nevýhodou je značná váha a robustnost vzhledem k nutnosti vyhřívání celé pece vyžadující silnostěnné izolační vrstvy - šamot a tím je znemožněna jejich mobilita, t.j. možnosti přemisťování z místa na místo, například u příležitosti výstav. Z hlediska životního prostředí kromě toho vznikají škodlivé spaliny ze spalování značného množství plynu a nepříjemné je i silné sálání tepla do pracovního prostoru. Byla snaha tyto klasické sklářské pece nahradit elektrickými pecemi, avšak vzhledem k požadovaným parametrům jako je teplota, výkon, spotřeba je jejich použití velmi omezené zejména z ekonomických důvodů. Rychlé roztavení skla klasickými druhy ohřevu je totiž znevýhodněno jeho nízkou tepelnou vodivostí. Kromě toho některé druhy skel, zejména obsahujících železo, například svářečské sklo, účinně odrážejí infračervené paprsky a hloubka jejich ohřevu je tedy značně omezená.

Pokusy aplikovat mikrovlnnou techniku ohřevu narážejí na skutečnost, že například většina skel je pro mikrovlny transparentní, t.j. sklo mikrovlny při pokojové teplotě neadsorbuje a je třeba je aktivovat, t.j. učinit způsobilými pro absorpci mikrovln. Je známo, že při určité teplotě - cca 500 °C a výše, začnou kladně nabitě částice alkalických iontů vibrující v negativně nabitě intersticiální poloze účinkovat jako oscilační dipól, což je základem pro absorpci mikrovln. Předehřátí lze dosáhnout na příklad elektrickým ohřevem, to však vyžaduje hybridní pec, t.j. pec s kombinovaným elektrickým a mikrovlnným ohřevem, což je poměrně nákladné a kapacitně omezené. Někteří autoři použili k předehřátí transparentních materiálů jako je např. azbest nebo křemelina různých aditiv absorbujících mikrovlny např. práškové železo, chlorid železitý či borax [F.G. Wihsman, R. Kokoschko, K. Forkel, Sklár a keramik 46, 75 (1996)]. Tyto materiály však nejsou jako aditiva do skelných materiálů vhodné, neboť reagují se skelnou hmotou a změnily by složení i strukturu skla, což je nežádoucí. Jiní autoři použili k předehřátí náplně obal absorbující mikrovlny či hydrataci materiálu před tavením

[M.P. Knox, G.J. Copley, Glass Technology 38, 91 (1997). Ani tyto způsoby aktivace však nejsou dokonalé, protože v případě absorpčního obalu nemohou mikrovlny proniknout do vsazeného materiálu a teplo se v tomto případě šíří sáláním jako při klasickém ohřevu. Hydratace neboli navlhčení u většiny skel není dostačující pro zahřátí na požadovanou teplotu.

Podstata vynálezu

Podstatou způsobu tepelného zpracování sklářských materiálů, který odstraňuje uvedené nedostatky spočívá v tom, že se připraví směs sklářského materiálu s obsahem inertního aditiva vybraného ze skupiny karbidů, nitridů či boridů v množství 5 až 200 g na 1 kg sklářského materiálu a takto připravená směs se vystaví účinkům mikrovlnného záření o frekvenci 1 až 10 GHz ve vsádkovém nebo kontinuálním výrobním procesu.

Podstatné znaky způsobu podle vynálezu lze konkretizovat, respektive dále rozvíjet a to příkladně v následujících provedeních.

Frekvence mikrovlnného záření se volí v pásmu 1 až 100 MHz s výhodou 27 MHz a v pásmu 500 MHz až 10 GHz s výhodou 896 MHz, 915 MHz a 2450 MHz.

Inertní aditivum je vybráno ze skupiny karbidů wolframu - WC, křemíku - SiC, boru - B₄C, titanu - TiC nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, křemíku - Si₃N₄ nebo boridů titanu - TiB₂, niobu - Nb₂, vanadu - VB₂, wolframu - WB₂, zirkonu - ZrB₂, nebo hliníku - AlB₂ nebo jejich směsi.

Podstata zařízení k provádění způsobu obsahujícího mikrovlnnou pec s nejméně jedním generátorem mikrovln o výkonu 0,1 až 1 kW na 1 kg sklářského materiálu uloženého v keramické vaničce, s kontinuálním nebo stupňovitým rozložením výkonu, se stěnami vyloženými izolačním žáruvzdorným materiálem, kde víko pece je opatřeno bezpečnostním mechanickým spínačem a magnetickým spínačem a u otvoru pece je umístěno bezkontaktní infračervené čidlo, jehož signál je napojen na mikroprocesor pro řízení generátoru mikrovln spočívá v tom, že pec je opatřena přívodem pro přísun sklářského materiálu do keramické vaničky a vypustí s uzávěrem pro vypouštění skelné taveniny z keramické vaničky.

Způsob a zařízení podle vynálezu jsou tudíž založeny na využití mikrovlnné energie k selektivnímu ohřevu skla či sklářských materiálů. To znamená, že se ohřívá pouze požadovaný materiál a to rovnoměrně v celém objemu, přičemž okolí zůstává tepelně nedotčeno. Tímto způsobem se dodaná energie využije výhradně k roztavení požadovaného materiálu a není nutné vyhřívat celou pec.

Dále je vynález založen na použití inertních materiálů jako aditiv (např. karbidu křemíku) do skelné hmoty či kmene. Tyto inertní materiály silně absorbují mikrovlny již při pokojové teplotě, ale vlastnosti skla neovlivňují. Takto lze roztavit každý druh skla bez ohledu na složení a velikost částic, včetně jakýchkoliv sklářských kmenů. Proces tavení je extrémně rychlý a je omezen pouze tepelnou odolností tavicího keramického kelímku. Kovový či grafitový kelímek nelze použít kvůli nepříznivé interakci s mikrovlnami.

Nežádoucí jevy jako ztráty materiálu či oxidace materiálu vzdušným kyslíkem jsou při mikrovlnném tavení téměř úplně potlačeny. Vlastnosti skla zůstávají zcela zachovány, ale dají se i změnou tavicího režimu změnit, například lze vhodným využitím mikrovlnné energie při tavení kmene získat i sklo odlišných vlastností, kterých nelze dosáhnout v klasických sklářských pecích (např. co do morfologie, mikrostruktury či mechanické odolnosti apod.).

Výhody vynálezu založené na použití pece s využitím mikrovlnného ohřevu lze stručně shrnout do následujících bodů:

Rychlý a objemový ohřev - objemovým ohřevem se na rozdíl od klasického ohřevu rozumí vlastnost mikrovln ohřívát materiál téměř rovnoměrně a to směrem ze středu ke stěnám.

Selektivní ohřev - vlastnost selektivního ohřevu spočívá v tom, že dochází k ohřevu pouze požadovaného materiálu a nikoliv okolí, které zůstává chladné.

Trvalé zapnutí pece není nutné - pec lze kdykoliv vypnout a znovu zapnout, tj. není třeba ji udržovat v neustálém provozu.

Nízká spotřeba elektrické energie a tím i podstatně nižší provozní náklady - tento bod je důsledkem předcházejících bodů.

Zdravotně nezávadné pracovní prostředí - z hlediska životního prostředí nedochází k vývoji škodlivých spalín, ani ke zvýšení teploty pracovního prostředí.

Kromě tavení je možné využití pece pro čerení, vytvrzování či pro formování různých skelných materiálů. Možnost tavení více vzorků skla za účelem např. barevných dekorací..

Popis obrázků na výkrese

Na připojeném výkrese je schematicky v osovém řezu znázorněno jedno z možných provedení zařízení sklářské pece podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Do keramického kelímku o objemu 4 l bylo vloženo 5 kg skleněné drti z průsvitného skla o velikosti částic od 2 do 6 mm a 100 g kompaktního karbidu wolframu (WC) a kelímek byl

vložen do mikrovlnné pece. Po uzavření pece byl obsah kelímku zahříván mikrovlnným zářením o frekvenci 2450 a výkonu 4 kW do roztavení náplně. Roztavené sklo bylo udržováno při teplotě 1200 ± 50 °C a zpracováno na různé užtkové předměty.

Příklad 2

Do keramického kelímku o objemu 4 l byly vloženy 2 kg směsi sestávající z kmene pro olověný křišťál a 50 g kompaktního karbidu wolframu (WC) a kelímek byl vložen do mikrovlnné pece. Po uzavření pece byl obsah kelímku zahříván o frekvenci 896 MHz a výkonu 2 kW do roztavení a vyčeření skloviny na teplotu 1450 °C a poté na 1200 ± 20 °C. Roztavené sklo bylo dále udržováno při této teplotě a zpracováno na různé užtkové předměty.

Příklad 3

Tavení skla podle příkladu 2 bylo provedeno za stejných podmínek s tím rozdílem, že bylo postupně použito karbidů wolframu - WC, křemíku - SiC, boru - B₄C, titanu - TiC nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, křemíku Si₃N₄ nebo boridů titanu - TiB₂, niobu - Nb₂, vanadu - VB₂, wolframu - WB₂, zirkonu ZrB₂, nebo hliníku AlB₂.

Příklad 4

Vsádková či kontinuální mikrovlnná sklářská pec obsahuje vnější plášť 8.2. a vnitřní plášť 8.1. Vnitřní plášť 8.1 vymezuje tepelně izolační prostor, který je vyplněn izolačními rohožemi 3 z oxidu hlinitého - korundu, které jsou transparentní pro mikrovlny při vysokých teplotách. Na vnitřním plášti 8.2 jsou umístěny jednotlivé magnetrony 1.1, 1.2, 1.3, 1.4. které zasahují do meziprostoru mezi vnitřním pláštěm 8.1 a vnějším pláštěm 8.2. V meziprostoru je rovněž umístěny ventilátory 4 ke chlazení magnetronů 1.1 - 1.4. V horní části je sklářská pec opatřena otvorem s víkem 10, ze kterého vyčnívá hrdlo 7. Na víku 10 je instalován bezpečnostní spínač 9. Na hrdlo 7 dále navazuje zásobník 11 s příívodem 12 a infračervené čidlo 5, které je napojeno na měřič a regulátor teploty 6 s mikroprocesorem pro řízení režimu pece. Spodní dno vnějšího pláště 8.2 je opatřeno manipulačními transportními koly 14. Do izolačního prostoru je vložena vanička 2 s náplní sklářského materiálu.

Nejméně čtyři generátory mikrovln - magnetrony 1.1 - 1.4 generují mikrovlny o frekvenci s výhodou 2450 MHz s jednou či dvojitou emisí za účelem dosažení co nejhomogennějšího elektromagnetického pole. Celkový mikrovlnný výkon byl volen podle požadavku na množství sklářského materiálu a pohyboval se v rozmezí od 2 do 6 kW s výhodou 4 kW na 10 až 15 kg vsádky. Celkový výkon byl dále rozdělen na řadu stupňů (až 20), umožňujících

použití jemně odstupňovaného až kontinuálního výkonu podle požadavků na rychlost ohřevu a udržování konstantní teploty taveniny ve vaničce 2. Teplota taveniny byla měřena bezkontaktním infračerveným čidlem 5 a regulována měřičem a regulátorem teploty 6 s mikroprocesorem. Bezpečnostní mechanický spínač 9 na víku 10 slouží k zabránění úniku mikrovln při otevření pece tak, že záření se po otevření pece vypne. Přívod 12 se zásobníkem 11 slouží k naplnění vaničky a výpusť s uzávěrem 13 k vypouštění taveniny.

Popsaná sklářská pec je uzpůsobena jak pro vsádkový, tak pro kontinuální provoz. V případě kontinuálního provozu se sklářský materiál doplňuje plynule ze zásobníku 11 hrdlem 7 a roztavená sklovina se kontinuálně vypouští spodní výpustí s uzávěrem 13.

Spodní výpusť může být situována i na boku pece.

Příklad 5

Do keramické vany o objemu 10 l s dolní nebo boční výpustí umístěnou v peci bylo vloženo 10 kg skleněných střepů z odpadního obalového materiálu jako jsou lahve, sklenice apod. a 2 kg kompaktního karbidu wolframu (WC). Po uzavření a zapnutí pece na plný výkon se skleněné střepy účinkem mikrovlnného záření roztavily a vyčeřily a roztavená sklovina vytékala spodním nebo bočním otvorem k dalšímu zpracování, přičemž se výchozí surovina plynule doplňovala.

Průmyslová využitelnost

Vynálezu je možné využít pro tavení či přípravu všech druhů skel bez ohledu na míru absorpce mikrovln. Mikrovlnou pec lze výhodně využít ve sklárnách pro laboratorní účely (např. příprava běžných i modifikovaných či nových druhů skel), pro umělecké účely (výroba uměleckých předmětů, replik ap.), pro dekorální účely (dekorace základního tvaru různými druhy barevných skel), tj. ve sklářských provozech, laboratořích, studiích, uměleckých atelierech, domácích sklářských dílnách apod.. Vzhledem ke snadné mobilitě, lze pec využívat na výstavách pro demonstraci výroby skleněných předmětů jako součást propagace firemních výrobků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů vyznačený tím, že se připraví směs sklářského materiálu s obsahem inertního aditiva vybraného ze skupiny karbidů, nitridů či boridů v množství 5 až 200 g na 1 kg sklářského materiálu a takto připravená směs se vystaví účinkům mikrovlnného záření o frekvenci 1 až 10 GHz ve vsádkovém nebo kontinuálním výrobním procesu.
2. Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů podle nároku 1 vyznačený tím, že frekvence mikrovlnného záření se volí v pásmu 1 až 100 MHz s výhodou 27 MHz a v pásmu 500 MHz až 10 GHz s výhodou 896 MHz, 915 MHz a 2450 MHz.
3. Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů podle nároku 1 vyznačený tím, že inertní aditivum je vybráno ze skupiny karbidů wolframu - WC, křemíku - SiC, boru - B₄C, titanu - TiC nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, křemíku - Si₃N₄ nebo boridů titanu - TiB₂, niobu - Nb₂, vanadu - VB₂, wolframu - WB₂, zirkonu - ZrB₂, nebo hliníku - AlB₂ nebo jejich směsi.
4. Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů podle nároku 1 vyznačený tím, že sklářským materiálem jsou skleněné střepy z běžného odpadního skla všeho druhu nebo sklářské kmeny všeho druhu nebo směsi skleněných střepů a sklářských kmenů všeho druhu.
5. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1 až 4 obsahující mikrovlnnou pec s nejméně jedním generátorem mikrovln o výkonu 0,1 až 1 kW na 1 kg sklářského materiálu uloženého v keramické vaničce, s kontinuálním nebo stupňovitým rozložením výkonu, se stěnami vyloženými izolačním žáruvzdorným materiálem, kde viko pece je opatřeno bezpečnostním mechanickým spínačem a magnetickým spínačem a u otvoru pece je umístěno bezkontaktní infračervené čidlo, jehož signál je napojen na mikroprocesor pro řízení generátoru mikrovln vyznačené tím, že pec je opatřena přívodem (12) pro přísun sklářského materiálu do keramické vaničky (2) a výpustí s uzávěrem (13) pro vypouštění skelné taveniny z keramické vaničky (2).

Anotace

Název vynálezu: Způsob a zařízení k tepelnému zpracování sklářských materiálů

Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů, u kterého se připraví směs sklářského materiálu s obsahem inertního aditiva vybraného ze skupiny karbidů, nitridů či boridů v množství 5 až 200 g na 1 kg sklářského materiálu a takto připravená směs se vystaví účinkům mikrovlnného záření o frekvenci 1 až 10 GHz ve vsádkovém nebo kontinuálním výrobním procesu. Frekvence mikrovlnného záření se přitom volí v pásmu 1 až 100 MHz s výhodou 27 MHz a v pásmu 500 MHz až 10 GHz s výhodou 896 MHz, 915 MHz a 2450 MHz.

Zařízení k provádění způsobu obsahuje mikrovlnnou pec s nejméně jedním generátorem mikrovln o výkonu s kontinuálním nebo stupňovitým rozložením výkonu, která je opatřena přívodem pro přisun sklářského materiálu do keramické vaničky a výpustí s uzávěrem pro vypouštění skelné taveniny z keramické vaničky.

